

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт Электронного обучения

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Кафедра Электрических сетей и электротехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Проект модернизации электрической части Назаровской ГРЭС
УДК 621.311.21.002.5-048.35(571.51)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5A12	Васильев Роман Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Васильева Ольга Владимировна	к.т.н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Коршунова Лидия Афанасьевна	к.т.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Бородин Юрий Викторович	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Зав. кафедрой	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
электрических сетей и электротехники	Прохоров Антон Викторович	к.т.н.		

Томск – 2016 г.

Результаты обучения
профессиональные и общекультурные компетенции
по основной образовательной программе подготовки бакалавров
13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»,
профиль «Электроэнергетические системы и сети»

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
<i>Профессиональные</i>		
Р 1	Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа электроэнергетических систем и электрических сетей.	Требования ФГОС (ОК-1, ОК-2, ОК-3, ОК-4, ОПК-2, ОПК-3), <i>CDIO Syllabus</i> (1.1), Критерий 5 АИОР (п. 1.1), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 2	Уметь формулировать задачи в области электроэнергетических систем и сетей, анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.	Требования ФГОС (ОПК-1, ОПК-2, ОПК-3), <i>CDIO Syllabus</i> (2.1), Критерий 5 АИОР (п. 1.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 3	Уметь проектировать электроэнергетические системы и электрические сети.	Требования ФГОС (ОК-3, ПК-3, ПК-4, ПК-9), <i>CDIO Syllabus</i> (4.4), Критерий 5 АИОР (п. 1.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 4	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния электрооборудования, объектов электрических сетей энергосистем, а также энергосистемы в целом, интерпретировать данные и делать выводы.	Требования ФГОС (ОПК-2, ОПК-3, ПК-1, ПК-2, ПК-5, ПК-12, ПК-14, ПК-15), <i>CDIO Syllabus</i> (2.2), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 5	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области электроэнергетических систем и электрических сетей.	Требования ФГОС (ОПК-2, ПК-11, ПК-13, ПК-18), <i>CDIO Syllabus</i> (4.5), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Р 6	Иметь практические знания принципов и технологий электроэнергетической отрасли, связанных с особенностью проблем, объектов и видов профессиональной деятельности профиля подготовки на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях.	Требования ФГОС (ПК-4, ПК-5, ПК-6, ПК-7, ПК-8, ПК-9, ПК-16, ПК-17), <i>CDIO Syllabus</i> (4.6), Критерий 5 АИОР (п. 1.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
<i>Универсальные</i>		
Р 7	Использовать знания в области менеджмента для управления комплексной инженерной деятельностью в области электроэнергетических систем.	Требования ФГОС (ПК-20, ПК-19, ПК-21), <i>CDIO Syllabus</i> (4.3, 4.7, 4.8), Критерий 5 АИОР (п. 2.1), согласованный

Код результата	Результат обучения	Требования ФГОС, критериев и/или заинтересованных сторон
		с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P 8	Использовать навыки устной, письменной речи, в том числе на иностранном языке, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в области электрических сетей энергосистем.	Требования ФГОС (ОК-5, ОПК-1, ПК-2), <i>CDIO Syllabus</i> (3.2, 4.7), Критерий 5 АИОР (п. 2.2), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P 9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, в области электроэнергетических систем и сетей.	Требования ФГОС (ОК-6), <i>CDIO Syllabus</i> (3.1), Критерий 5 АИОР (п. 2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P 10	Проявлять личную ответственность и приверженность нормам профессиональной этики и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.	Требования ФГОС (ОК-1, ОК-2, ОК-5, ОК-6), <i>CDIO Syllabus</i> (2.5), Критерий 5 АИОР (п. 2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P 11	Осуществлять комплексную инженерную деятельность в области электроэнергетических систем и сетей с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.	Требования ФГОС (ОК-4, ОК-8, ОК-9, ПК-3, ПК-4, ПК-10), <i>CDIO Syllabus</i> (4.1), Критерий 5 АИОР (п. 2.5), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P 12	Быть заинтересованным в непрерывном обучении и совершенствовании своих знаний и качеств в области электроэнергетических систем и сетей.	Требования ФГОС (ОК-7, ОК-8), <i>CDIO Syllabus</i> (2.6), Критерий 5 АИОР (п. 1.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

Министерство образования и науки Российской Федерации

федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Институт Электронного обучения

Направление подготовки **13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Кафедра Электрических сетей и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:

Зав. кафедрой

(Подпись)

(Дата)

Прохоров А.В.
(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-5A12	Васильеву Роману Сергеевичу

Тема работы:

Проект модернизации электрической части Назаровской ГРЭС

Утверждена приказом директора (дата, номер)

№ 1026/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

28.05.2016

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Назаровская ГРЭС это промышленное предприятие, на котором производится электрическая и тепловая энергия. Исходные данные к выполнению работы:

- 1) Принципиальная схема энергосистемы;
- 2) Электрические нагрузки;
- 3) Параметры электрооборудования: трансформаторов, генераторов.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>1 Выполнение обзора литературных источников, по теме работы.</p> <p>2 Был произведен расчет электрических нагрузок</p> <p>3 Были выбраны оптимальное количество и мощность трансформаторов собственных нужд.</p> <p>4 Произведен расчет распределительной сети 6 и 0,4 кВ.</p> <p>5 Выполнен расчет токов короткого замыкания</p> <p>6 Рассчитаны уставки релейной защиты трансформаторов собственных нужд.</p> <p>7 Оценка финансовой и экономической эффективности проекта.</p> <p>8 Для защиты персонала от поражения электрическим током спроектирован контур защитного заземления РУ – 6 кВ</p> <p>9 Произведен расчет освещения</p>
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Принципиальная схема электрических соединений НГРЭС</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»	Коршунова Лидия Афанасьевна
Социальная ответственность	Бородин Юрий Викторович

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	18.02.2016
--	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Васильева Ольга Владимировна	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-5А12	Васильев Роман Сергеевич		

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа состоит из 106 с., 14 рис., 25 табл., 20 источников, 10 прил.

Ключевые слова: маломасляный выключатель, вакуумный выключатель, комплектное распределительное устройство, электрическая станция, энергосистема, собственные нужды, трансформатор.

Ключевые слова на английском: low-oil circuit breaker, vacuum circuit breaker, complete switchgear, power station, power system, its own needs, the transformer

Объектом исследования является схема электроснабжения собственных нужд энергоблока ст.№1 Назаровской ГРЭС.

Целью работы: показать допустимость и целесообразность замены маломасляных выключателей типа ВМГ-133 в РУСН на современные вакуумные выключатели типа ВВ/TEL, так же планируется замена устаревших физически силовых кабелей типа АСБГ на ААШвУ. Производился выбор силовых трансформаторов для двухтрансформаторной ТП.

Цель работы на английском: show the admissibility and expediency of replacing the low-oil breakers НМН-133 in switchgears its own needs for modern vacuum circuit breakers type ВВ/TEL, also it planned to replace outdated power cables to physically type ASBG on ААШвU. It produces a variety of power transformers for the two-transformer TS

В процессе исследования проводились расчеты электрических нагрузок на стороне 6 и 0,4 кВ, а также нагрузок освещения, произведен расчет распределительной сети 6 и 0,4 кВ, выполнен расчет токов короткого замыкания с целью выбора коммутационных аппаратов и проверкой их на действие токов КЗ. Рассчитаны уставки релейной защиты трансформаторов собственных нужд.

В результате исследования по расчетам электрических нагрузок были выбраны оптимальное количество и мощность трансформаторов собственных нужд, выбраны марки и сечения кабельных линий и проверены по допустимым нагрузкам и потери напряжения. Для защиты персонала от поражения электрическим током спроектирован контур защитного заземления РУ – 1.

Экономическая эффективность/значимость работы: проведенный технико – экономический расчет показал, что проект модернизации РУ – 1 обладает экономической целесообразностью.

Содержание

Задание	
Реферат	8
Содержание	9
Список используемых сокращений	11
Введение	12
1 Общие сведения о Назаровской ГРЭС.....	13
1.1 Историческая справка.....	13
1.2 Схема электроснабжения собственных нужд энергоблока ст.№1	15
2 Модернизация схемы собственных нужд	18
2.1 Основное содержание модернизации	18
2.2 Сопоставление характеристик выключателей	19
2.3 Сопоставление характеристик силовых кабелей	22
3 Выбор оборудования	24
3.1 Расчет электрической нагрузки низковольтных эл. приемников 0,4 кВ... 24	
3.2 Выбор силовых трансформаторов собственных нужд.....	31
3.3 Расчет электрической нагрузки групп высокого напряжения 6 кв	33
3.4 Выбор эл. оборудования для электроустановок высокого напряжения ...	37
3.5 Выбор и проверка шинопроводов в КРУ 6 кВ.....	38
3.6 Выбор сечений проводов и кабелей по условиям нагрева и защиты.....	40
3.7 Определение допустимой потери напряжения в сети н. напряжения.....	42
3.8 Расчет кабельных линий высокого напряжения	46
3.9 Расчет токов короткого замыкания в высоковольтных сетях	49
3.10 Расчет токов короткого замыкания в сетях низкого напряжения	55
3.11 Выбор выключателей	60
3.12 Выбор измерительных трансформаторов тока и напряжения	62
3.13 Выбор ограничителей перенапряжения	65
3.14 Расчет релейной защиты	65
4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение... 72	
4.1 Планирование проекта	72
4.2 Определение трудоемкости выполнения работ	73
4.3 Разработка графика проведения проектирования.....	74

4.4 Материальные затраты.....	76
4.5 Зарплаты на оплату труда.....	77
4.6 Отчисления в социальные фонды	78
4.7 Смета затрат на оборудование	80
4.8 Сравнение экономических показателей.....	81
5 Социальная ответственность	86
5.1 Анализ опасных производственных факторов.....	86
5.2 Техника безопасности.....	87
5.3 Микроклимат	88
5.4 Электромагнитные поля	90
5.5 Экологическая безопасность.....	90
5.6 Чрезвычайные ситуации	92
5.7 Пожарная безопасность	93
5.8 Расчет защитного заземления	94
5.9 Расчет освещения.....	98
Заключение.....	104
Список использованных источников.....	105
Приложение А.1 – Параметры силового оборудования 6 кВ.....	107
Приложение А.2 – Параметры силового оборудования 6 кВ после модернизации.....	109
Приложение Б – Параметры электроприводов механизмов СН.....	112
Приложение В – Комплектация ячеек РУ 1РП секции А и Б.....	114
Приложение Г – Выбор сечения кабелей по условиям нагрева	120
Приложение Д – Проверка сечений выбираемых проводников по условиям потери напряжения.....	125
Приложение Е – Расчет кабельных линий высокого напряжения.....	132
Приложение Ж – Расчет токов КЗ в высоковольтных сетях	132
Приложение З – Нормальная схема НГРЭС на 2016 год.....	134
Приложение И – Однолинейная схема 1РП 6 кВ	135
Приложение К – Однолинейная схема 1РП 0,4 кВ.....	136

Список используемых сокращений

ГРЭС - государственная районная электростанция

СН – собственные нужды

ЗРУ – закрытое распределительное устройство

ПС – подстанция

КЗ – короткое замыкание

ПТЭ – правила технической эксплуатации

ПТБ – правила техники безопасности

РЗА – релейная защита и автоматика

РУСН - распределительное устройство

Введение

Назаровская ГРЭС - это промышленное предприятие, на котором производится электрическая и тепловая энергия. Главная схема электрических присоединений ГРЭС приведена в [Приложение 3].

Состав: СН - механизмы, приводные двигатели, РУСН, элементы, питающие РУСН, оборудование для отопления, освещения. При выборе источников питания и их сравнительной оценке следует учитывать значения нагрузок собственных нужд. Доля электроэнергии, расходуемой на СН блока станции, работающей на угольном топливе с электрическим приводом всех механизмов 6-7,5 % от общего объема выработки электроэнергии. Система питания СН станции занимает особое положение среди других потребителей энергосистемы. Нормальная работа электростанции возможна только при надежной работе всех механизмов СН, что возможно лишь при их надежном электроснабжении. Потребители СН относятся к потребителям I категории. Нарушение работы механизмов СН влечет за собой расстройство сложного технологического цикла производства электроэнергии, нарушение работы основного оборудования, а иногда и станции в целом и развитие аварии во всей энергосистеме. Схема ячейки РУ-1 приведена в [Приложение И].

Очень важным является и требование экономичности, поскольку потребление энергии СН больше, чем в любой отрасли промышленности. Для обеспечения экономичности и надежности электроснабжения необходимо уже в начале проектирования предусматривать рациональное построение всей системы электроснабжения и электрических сетей.

В данном проекте планируется замена маломасляных выключателей на вакуумные, в связи с тем, что маломасляные выключатели на данный момент времени устарели физически и морально. Так же планируется замена устаревших физически силовых кабелей типа АСБГ на ААШвУ, главной особенностью которых является что они могут использоваться в средах с высокой коррозионной активностью и не распространяют горение.

1 Общие сведения о Назаровской ГРЭС

1.1 Историческая справка

Строительство новой тепловой электростанции в Назарово началось в 1955 г.

Дата основания - 9 ноября 1961 г. В этот день был введен в эксплуатацию первый энергоблок.

В мае 1959 г. решением ЦК ВЛКСМ строительство Назаровской ГРЭС было объявлено Всесоюзной ударной комсомольско-молодежной стройкой. Станция строилась вблизи крупных месторождений Канско-Ачинских энергетических углей и планировалась как флагман тепловой энергетики Красноярского края. Ее проектная мощность составляла 1400 МВт.

А в 1976 году осуществилась приемка электростанции в постоянную промышленную эксплуатацию.

. На станции были отработаны схемы сжигания бурого угля, определены основные направления конструкции котельных агрегатов, генераторов, турбин для энергоблоков 150 и 500 МВт, выработаны направления в конструкции фундаментов.

Инженерные решения Назаровской ГРЭС были использованы при строительстве и вводе в эксплуатацию Березовской ГРЭС, Красноярской ГРЭС-2 и многих других тепловых электростанций Сибири.

28 апреля 2012 г. в ходе реорганизации группы «Сибирская генерирующая компания» (СГК) Назаровская ГРЭС была выделена из состава ОАО «Енисейская ТГК (ТГК-13)» в отдельное акционерное общество.

- Строительство НГРЭС начато в апреле 1955 г
- 9 ноября 1961 г. - ввод в эксплуатацию энергоблока №1.
- 14 февраля 1962 г. - ввод в эксплуатацию энергоблока №2.
- 9 декабря 1962 г. - ввод в эксплуатацию энергоблока №3.
- 31 июля 1963 г. - ввод в эксплуатацию энергоблока №4.

- 25 сентября 1964 г. - ввод в эксплуатацию энергоблока №5.
- 13 августа 1965 г. - ввод в эксплуатацию энергоблока №6.
- 18 декабря 1968 г. - ввод в эксплуатацию энергоблока №7.

Мощность электрической станции 1120 тыс. кВт. Расположена в юго-западной части Восточной Сибири, на левобережной пойменной террасе реки Чулым – притока реки Обь, в черте города Назарово Красноярского края. Климат района – континентальный, с суровой продолжительной зимой и коротким жарким летом. Среднегодовая температура наружного воздуха – 8,0°C, самый холодный месяц – январь ($t_{\text{нв}}$ до -43°C), самый теплый месяц – июль ($t_{\text{нв}}$ до +35°C).

Топливо – бурые угли Назаровского месторождения Канско-Ачинского бассейна, растопочное топливо – мазут.

По проекту станция должна была иметь мощность 1400 МВт. Современная установленная мощность 1308 МВт была получена в результате реконструкции седьмого энергоблока.

Оборудование включает 6 блоков мощностью по 135 МВт и 1 энергоблок мощностью 400 МВт, 12 паровых котлов производительностью по 250 т/ч и 2 котла по 650 т/ч. Ввод в эксплуатацию последнего блока был осуществлён в 1968 году.

Назаровская ГРЭС является одним из крупнейших поставщиков электрической энергии на рынок. ГРЭС находится на пересечении магистральных электрических сетей. Через территорию станции проходит линия электропередачи 500 кВ, передающая электроэнергию в Красноярск и города края-Ачинск, Ужур, Лесосибирск, а также соседние регионы - Кузбасс Республику Хакасия, и Республику Тыва. Кроме того, станция обеспечивает теплом промышленные и сельскохозяйственные предприятия, предприятия социальной сферы и жилые дома города Назарово.

ГРЭС состоит из следующих сооружений: главный корпус; корпус химводоочистки; объединенный вспомогательный корпус и другие объекты

топливного хозяйства; масломазутохозяйство; объекты технического водоснабжения; золоулавливания и золошлакоудаления, а также сооружений электрической части электростанции.

Схема компоновки электростанции блочная: два котла – турбина – генератор – повышающий трансформатор. Расположение турбоагрегатов в машинном зале поперечное.

Технологический цикл производства электроэнергии на электростанции полностью механизирован. Для блока используются два питательных насоса марки ПЭ - 320 –200, тип электродвигателя 2АМЗ-5000УХЛ4. В котельном отделении используются: шахтные мельницы марки ШМТ – 1500/1900 (по четыре мельницы на котёл), тип электродвигателя ДАЗО-4-400У-18У1; установки шлакоудаления, тип электродвигателя 4АМ 180S2-У3; дутьевые вентиляторы марки ВДН – 24, тип электродвигателя ДАЗО-13.42-8; дымососы марки Д – 21,5, тип электродвигателя ДАЗО-18-10-10/12. На отметке 0,0 м бункерной этажерки расположены распредустройства собственного расхода электроэнергии 6,0кВ и 0,4кВ, на отметке 9,0 м блочные щиты управления [1]. Удельный расход топлива на выработку электрической энергии и расход электрической энергии на собственные нужды приведен в таблице 1.1.

Таблица 1.1 Удельный расход топлива на выработку электрической энергии и расход электрической энергии на собственные нужды станции.

Удельный расход топлива на выработку э/э, г/кВт*ч за 2015 год.	Расход э/э на собственные нужды Всего, кВт*ч за 2015 год.
391,31	95 212 078

1.2 Схема электроснабжения собственных нужд энергоблока ст.№1

Потребители СН станции относятся к I категории по надежности питания и требуют электроснабжения от двух независимых источников. Для обеспечения собственных нужд электростанции на напряжение 6 кВ используются трансформаторы собственного расхода мощностью 25 тыс. кВА, резервное питание осуществляется от трансформаторов мощностью 25

тыс. кВА напряжением 110/6 кВ. Рабочие трансформаторы собственных нужд присоединяются отпайкой от энергоблока. Достоинством такого присоединения является уменьшение колебаний напряжения в системе собственных нужд при коротких замыканиях в системе или за трансформатором блока и сохранение питания собственных нужд от генераторов даже при коротких замыканиях на шинах повышенного напряжения и при отключении от них всех блоков. Учитывая высокую надежность комплектных закрытых экранированных шинопроводов с отдельными фазами, коммутационную аппаратуру в цепи ответвления не устанавливают. Отсоединение трансформатора собственных нужд от генератора во время ревизий и ремонтов осуществляется при помощи шинных разъемов.

Трансформаторы 6/0,4 кВ устанавливаются в центрах нагрузки: в котельном и турбинном отделении. Трансформаторы мощностью более 1000 кВА не применяются, так как их применение приводит к значительному увеличению тока КЗ в сети 0,4 кВ. Сборные шины 0,4 кВ секционируются для повышения надежности питания. Каждая секция обеспечивается рабочим и резервным питанием, включаемым автоматически.

Распределительное устройство собственных нужд выполняется с одной системой сборных шин. На электростанции большую часть нагрузки составляют электродвигатели напряжением 6кВ; остальные двигатели мощностью менее 170 кВт и осветительная нагрузка питаются от сети 380/220 В. В соответствии с этим применяются две ступени трансформации: с генераторного напряжения 18 кВ на напряжение основной сети собственных нужд 6 кВ и далее с напряжения 6 кВ на напряжение 380/220 В. На каждый блок приходится по две секции собственных нужд 6 кВ. Наличие двух секций 6 кВ на блок позволяет присоединять ответственные дублированные механизмы собственных нужд (дымососы, вентиляторы, циркуляционные, питательные, конденсатные насосы) к разным секциям и

тем самым оставлять блок в работе (со сниженной производительностью) даже при полной потере питания одной из секций.

Механизмы собственных нужд станции имеют электрический привод. Основными напряжениями, применяемыми в настоящее время в системе с.н., являются 6 кВ (для электродвигателей мощностью более 200 кВт) и 0,38/0,23 кВ для остальных электродвигателей и освещения. На станции используются асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором. Эти двигатели конструктивно просты, надежны в эксплуатации, имеют сравнительно высокий коэффициент полезного действия. Большим преимуществом асинхронных двигателей с короткозамкнутым ротором является возможность их пуска от полного напряжения сети без специальных пусковых устройств и способность группы электродвигателей восстанавливать нормальный режим работы после глубоких понижений питающего напряжения (самозапуск). Схема питания РУ-6кВ-1А, 1Б приведена на рисунке 1.1.

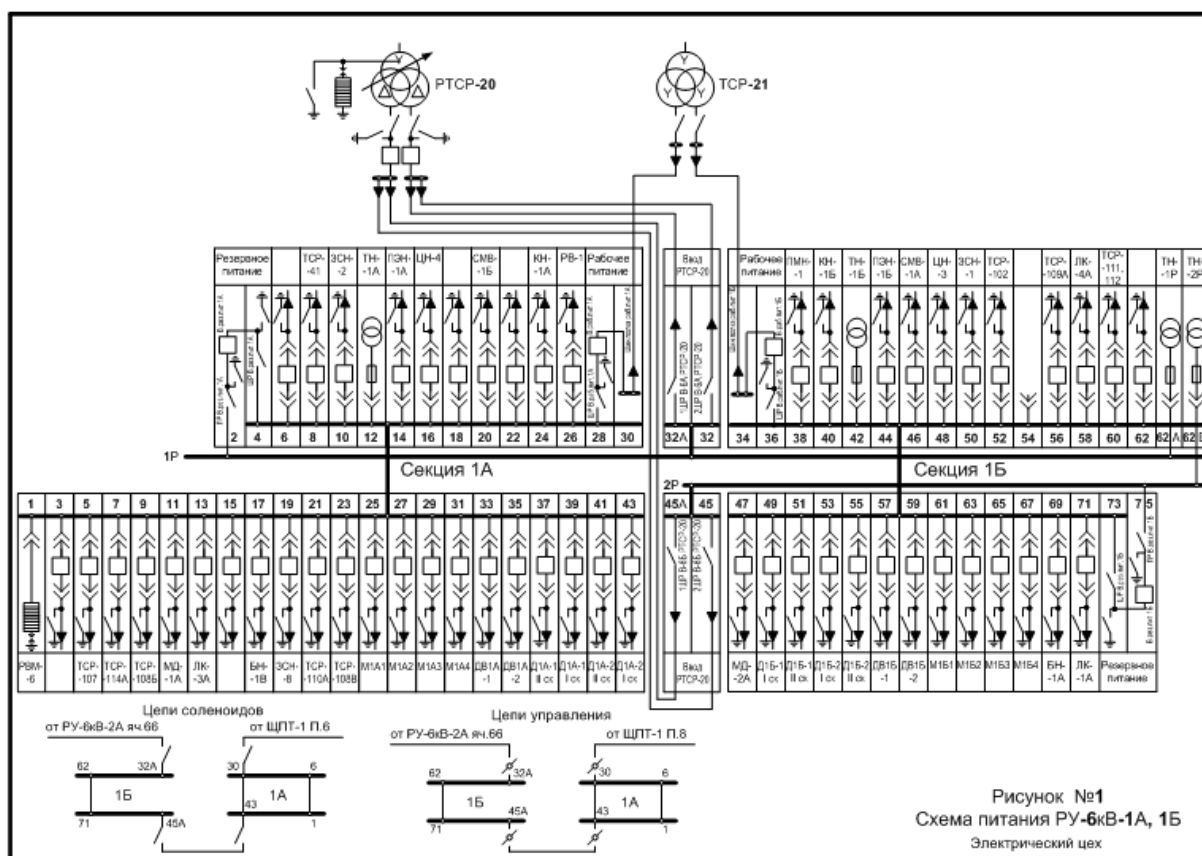


Рисунок 1.1 - Схема питания РУ-6кВ-1А, 1Б

2 Модернизация схемы собственных нужд

В электроэнергетических системах большинства стран мира на смену устаревшим типам выключателей в последние годы приходят элегазовые, и все чаще, вакуумные выключатели.

Вакуумные выключатели ВВ/TEL имеют сертификаты соответствия стандарту международной электротехнической МЭК 56, сертификат соответствия ГОСТ 687-78. Данные выключатели обладают рядом преимуществ: приводные устройства вакуумных выключателей могут работать от сети как постоянного так и переменного тока, что позволяет значительно снизить расходы на их содержание. Благодаря тому что ход контактов вакуумной дугогасительной камеры составляет 6-10 мм (у масляных более 200 мм), достигается высокое быстродействие и также сохраняется механический ресурс подвижных частей системы контактов выключателя.

Вакуумные выключатели просты в эксплуатации, что снижает расходы на обслуживание, не требует периодических (плановых), текущих, средних и капитальных ремонтов в течение всего срока их службы.

Из отечественных производителей вакуумных выключателей следует выделить фирму «Таврида Электрик». Выпускаемые этой фирмой выключатели серии ВВ/TEL являются самыми современными в вакуумной коммутационной технике и электромеханике, позволяющие создать аппараты, не требующие ремонта в течение всего срока службы [3].

2.1 Основное содержание модернизации

Особенностью находящихся в эксплуатации ячеек КРУ, КРУН и камер КСО, КРН с выключателями прежних лет выпуска является то обстоятельство, что на данный момент времени эти выключатели, как

правило, являются устаревшими физически и морально, в то время как остальные элементы ячеек и камер еще вполне пригодны к эксплуатации и смогут прослужить определенное время.

Таким образом, при проведении реконструкции РУ энергоблока №1 перед нами встает вопрос: либо закупать взамен устаревших ячеек КРУ или камер КСО новые ячейки и камеры в полном комплекте, либо оставить в эксплуатации существующие ячейки и камеры, заменив в них устаревшие выключатели на более современные.

Преимуществом второго пути решения проблемы являются его экономичность, поскольку при реализации этого пути затраты осуществляются лишь на приобретение новых выключателей и их адаптацию к существующим ячейкам.

2.2 Сопоставление характеристик выключателей

В последние годы, кроме хорошо себя зарекомендовавших масляных и воздушных выключателей, в энергетических системах начали применяться выключатели, действие которых основано на совершенно новых принципах гашения дуги, так называемые вакуумные выключатели которые имеют большие перспективы для электрических станций и подстанций. В этих выключателях контактная система помещена в высокий вакуум, вследствие чего они и получили название вакуумных.

Процесс отключения в вакуумном выключателе протекает следующим образом. В момент расхождения контактов площадь их соприкосновения уменьшается, плотность тока резко возрастает, металл контактов плавится и испаряется в вакууме. При этом между контактами образуется проводящий мостик, состоящий из паров металла электродов. Загорается так называемая вакуумная дуга, которая гаснет при первом же переходе тока через нуль. Уже через 10 мкс после перехода тока через нуль электрическая прочность вакуума достигает своего полного значения 100 МВ/м. Если к этому времени раствор

контактов окажется достаточным для того, чтобы электрическая прочность межконтактного промежутка стала больше восстанавливающегося напряжения, дуга погаснет окончательно. В противном случае произойдет повторный пробой промежутка и повторное зажигание дуги.

Современные вакуумные выключатели рассчитаны на отключение токов в пределах от 1 до 31,5 кА при напряжениях 3—20 кВ. Дугогасительная камера вакуумного выключателя представляет собою герметический вакуумный сосуд из металла и стекла, в котором поддерживается вакуум 10~4 Па. Корпус камеры может быть изготовлен не только из стекла, но и из других изоляционных материалов, которые вакуумно-плотно свариваются с металлом.

Внутри корпуса находятся два контакта: подвижный, соединенный с корпусом при помощи сильфона, и неподвижный. Ход контактов составляет всего 10—15 мм. Срок службы камеры (ресурс) очень велик, 100—250 тыс. операций. Для некоторых типов камер ресурс достигает 2 млн. операций включения и отключения.

Сравнение характеристик выключателей приведено в таблице 2.1.

Таблица 2.1 Сравнение технических характеристик маломасляных выключателей типа ВМГ-133 и выключателей ВВ/TEL

Характеристика и параметры выключателей	Тип выключателя			
	ВМГ-133	ВВ/TEL 10-20 630/Y2	ВВ/TEL 10-20 1000/Y2	ВВ/TEL 10-20 1600/Y2
Номинальное напряжение, кВ	6,0	10	10	10
Наибольшее рабочее напряжение, кВ	6,9	12	12	12
Номинальный ток, А	400/600	630	1000	1600
Номинальный ток отключения, кА	20	20	20	20
Собственное время включения выключателя, не более, сек	0,2÷0,23	0,055	0,055	0,055
Собственное время отключения выключателя, не более, сек	0,1÷0,18	0,015	0,015	0,015

Полное время отключения, не более, сек	0,3-0,35	0,025	0,025	0,025
--	----------	-------	-------	-------

Климатическое исполнение выключателей - «У», категория размещения - «2».

Климатические внешние воздействующие факторы:

- верхнее рабочее значение температуры окружающего воздуха – плюс 55 °С (с учётом превышения температуры в КРУ или КСО);
- нижнее рабочее значение температуры окружающего воздуха – минус 45 °С;
- верхнее значение относительной влажности воздуха – 100 % (с возможностью выпадения росы) при температуре плюс 25 °С;
- эффективное значение относительной влажности – 80 % при температуре плюс 20 °С;
- наибольшая высота над уровнем моря –1000 м;
- содержание коррозионно-активных агентов в окружающем воздухе – для атмосферы типа II (промышленная) по ГОСТ 15150.

Достоинства вакуумных выключателей:

- 1) простота конструкции (отсутствие клапанов, компрессоров и других вспомогательных устройств) и надежность в работе;
- 2) относительно небольшие габариты и масса;
- 3) отсутствие сжатого воздуха или трансформаторного масла;
- 4) малое время отключения (0,03-0,05 с);
- 5) отсутствие масла и других горючих материалов;
- 6) высокая скорость восстановления прочности дугогасительного промежутка (отсутствие шунтирующих резисторов);
- 7) бесшумная работа;
- 8) отсутствие выбросов в атмосферу;
- 9) удобны для отключения емкостной нагрузки;
- 10) полная герметизация дугогасительного устройства;

11) значительный ресурс при коммутации номинального тока (30...50 тысяч операций);

12) произвольное положение камеры;

13) отсутствует ударная нагрузка на фундамент, характерная для масляных выключателей;

14) вакуумные выключатели позволяют создать малогабаритные (многоэтажные) КРУ;

15) малый ход и скорость контактов позволяют применять легкие, небольшие пружинные или электромагнитные приводы;

Недостатки вакуумных выключателей:

16) вблизи нуля наблюдается срез тока, сопровождающийся перенапряжениями при отключении малых индуктивных токов;

17) для борьбы с перенапряжениями необходимо применять РС-цепочки, ОПН, либо использовать выключатели с электромеханическим способом устранения перенапряжения;

18) в выключателях на напряжении выше 35 кВ несколько камер необходимо соединять последовательно;

19) требуют больших капиталовложений, что определяет довольно высокую их стоимость.

2.3 Сопоставление характеристик силовых кабелей

Кабели АСБГ предназначены для распределения электрической энергии в стационарных установках для сетей на напряжение 1, 6, 10 кВ.

Кабели марки ААШвУ с алюминиевыми токопроводящими жилами с бумажной изоляцией, пропитанной вязким малоканифольным составом, в алюминиевой оболочке с наружным покровом в виде шланга из ПВХ пластиката с увеличенным допустимым током нагрузки на номинальное переменное напряжение 1 кВ частотой 50 Гц преимущественно используется для стационарной прокладки в сухих, сырых, пожаро – и взрывоопасных помещениях, в сетях с изолированной нейтралью, рассчитанных на напряжение до 35 кВ

частотой 50 Гц. Может быть использован как в сухих, так и во влажных помещениях, в том числе в средах с высокой коррозионной активностью по сравнению с кабелями АСБГ, который предназначен для эксплуатации со слабой, средней коррозионной активностью.

Важной особенностью кабеля типа ААШв является то, что он не распространяет горение при одиночной прокладке. Благодаря чему его применяют в пожаро – взрывоопасных помещениях и участках трасс. Кроме того ААШв можно применять в зонах с повышенным уровнем вибрации [4].

Параметры силовых кабелей и оборудования до и после модернизации приведены в [Приложение А.1, А.2.]

4 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

4.1 Планирование проекта

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составляется перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования и проводится распределение исполнителей по видам работ.

Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ Работ	Содержание работ	Должность исполнителя	Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	2	3
Ознакомление с технической документацией и литературой	2	Подбор литературы	Инженер	6	8
	3	Ознакомление технической документацией	Инженер	11	13
	4	Календарное планирование работ	Руководитель	5	8

Продолжение таблицы 4.1

Проектирование	5	Описание электрической схемы	Руководитель, инженер	5	7
	6	Выбор оборудования	Инженер	4	6
	7	Расчет механической части	Инженер	5	5
Расчет уставок защит	8	Расчет токов КЗ	Инженер	6	8
	9	Выбор устройств РЗА	Руководитель	6	8
	10	Расчет релейной защиты	Инженер	8	10
Технико-экономическое обоснование проекта	11	Составление пояснительной записки	Инженер	15	16

4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot t_{\min i} + 2 \cdot t_{\max i}}{5} \quad (4.1)$$

Где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Рассчитаем ожидаемое значение трудоемкости, чел.-дн.:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 3}{5} = 2,4$$

Определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i} \quad (4.2)$$

Где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Рассчитаем продолжительность каждой работы, раб. дн.:

$$T_{pi} = \frac{2,4}{2} = 1,2$$

4.3 Разработка графика проведения проектирования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Для построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни.

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал} \quad (4.3)$$

Где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} \quad (4.4)$$

Где $T_{кал}$ – количество календарных дней в году;

$T_{вых}$ – количество выходных дней в году;

$T_{пр}$ – количество праздничных дней в году.

Рассчитаем коэффициент календарности:

$$k_{кал} = \frac{365}{365 - 118} = 1,48$$

Затем найдем длительность работ в календарных днях:

$$T_{ki} = 1,2 \cdot 1,48 = 1,78$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе T_{ki} необходимо округлить до целого числа.

На основе этой таблице строится календарный план-график. выделяются различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за ту или иную работу.

Таблица 4.2 – Календарный план проведения проектирования по теме

№ работ	Виды работ	Исполнители	T_{ki} , кал. дн.
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, инженер	3
2	Подбор литературы	Инженер	11
3	Ознакомление с технической документацией	Инженер	24
4	Календарное планирование работ	Руководитель, инженер	32
5	Описание электрической схемы	Руководитель, инженер	39
6	Реконструкция	Руководитель, инженер	45
7	Расчет механической части	Инженер	50
8	Расчет токов КЗ	Руководитель, инженер	58
9	Выбор устройств РЗА	Инженер	66
10	Расчет релейной защиты	Инженер	76
11	Составление пояснительной записки	Инженер	92

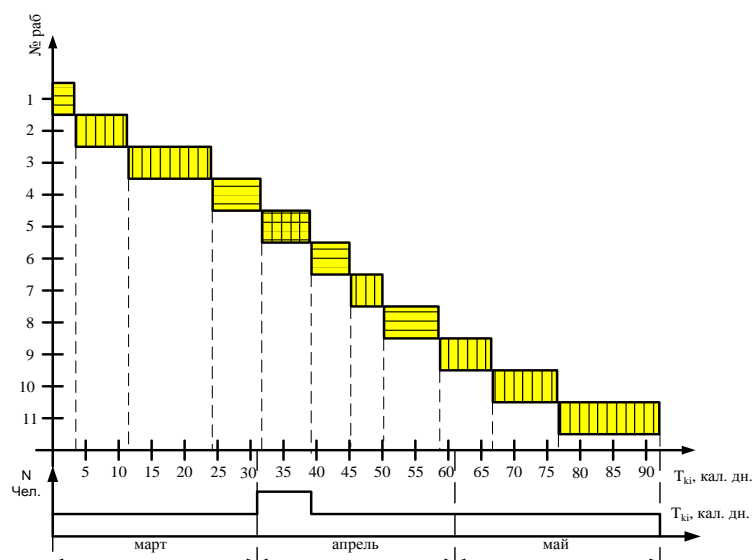


Рисунок 4.1 – Календарный график и график занятости исполнителей проведения проектирования.



– руководитель;



– инженер;



– руководитель и инженер.

4.4 Материальные затраты

В элементе «материальные затраты» отражается стоимость приобретенных со стороны сырья и материалов, которые входят в состав вырабатываемой продукции, образуя её основу.

Таблица 4.3 – Расчет необходимых материалов для проектирования

Наименование	Цена, руб.	Кол-во	Общая стоимость, руб.
1. Бумага	200	1	200
2. Карандаш	30	1	30
3. Ластик	25	1	25
4. Ручка	25	2	50
5. Картридж	700	1	700
6. Линейка	25	1	25
7. Калькулятор	250	1	250
Итого			1280

В таблице указан перечень материальных затрат и их стоимость. В итоге материальные затраты составили 1280 рублей.

4.5 Затраты на оплату труда

В данную тему включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. Расчет заработной платы приведен ниже:

Зарботная плата (руководителя, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$З = З_{\text{дн}} \cdot T_p \quad (4.5)$$

Где: $З$ - зарботная плата одного работника;

T_p – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$З_{\text{дн}}$ – среднедневная зарботная плата работника, руб.

Среднедневная зарботная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_m}{21} \quad (4.6)$$

Где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.

Месячный должностной оклад работника:

$$З_m = З_{TC} \cdot k_{\text{Доп}} \cdot k_P \quad (4.7)$$

Где $З_{TC}$ – зарботная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{\text{Доп}}$ – коэффициент дополнительной зарботной платы (на стадии проектирования принимается равным 1,16 для руководителя и 1,08 для инженера).

$k_P = 1,3$ – районный коэффициент для Томска.

Месячный должностной оклад инженера, руб.:

$$З_{\text{м}} = 18760 \cdot 1,08 \cdot 1,3 = 26339,94$$

Среднедневная заработная плата инженера, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{26339,94}{30} = 877,97$$

Заработная плата инженера, руб.:

$$З = 877,97 \cdot 92 = 80773,24$$

Месячный должностной оклад руководителя, руб.:

$$З_{\text{м}} = 25500 \cdot 1,16 \cdot 1,3 = 38454$$

Среднедневная заработная плата руководителя, руб.:

$$З_{\text{дн}} = \frac{38454}{30} = 1281,8 \quad З_{\text{дн}} = \frac{38454}{30} = 1281,8$$

Заработная плата руководителя, руб.:

$$З = 1281,8 \cdot 32 = 41017,6$$

Итого по зарплате: $З = 121790,84$ руб.

4.6 Отчисление в социальные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot З. \quad (4.8)$$

Где $k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

Отчисления во внебюджетные фонды:

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot З = 0,27 \cdot 80773,24 = 21808,77$$

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot З = 0,27 \cdot 41017,6 = 11074,75$$

Итого: 32883,52 руб.

Амортизационные отчисления

В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением оборудования, необходимого для проведения работ по конкретной теме.

Амортизация рассчитана по формуле

$$З_{ам} = \frac{1}{T_a} \cdot \frac{T_{раб}}{365} \cdot И \quad (4.9)$$

Где $З_{ам}$ - величина амортизации, руб;

T_a - время амортизации, год, в нашем случае 4 года;

$T_{раб}$ - продолжительность всех работ, 70 дней;

$И$ – стоимость оборудования в тыс.руб., в таблице 4.5

Таблица 4.4 – Затраты на специальное оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Ноутбук SAMSUNG	2	20	40
2	Microsoft Office Professioanl 2013	1	16,7	16,7
3	Microsoft Visio Professioanl 2013	1	11,9	11,9
4	RastrWin 3.0	1	300	300
5	Принтер Canon	1	7,8	7,8
6	Мебель (стол, стул, шкаф)	2	14,7	29,4
Итого:	405,8тыс.руб.			
Амортизация:	19456 руб.			

$$\text{Тогда } Z_{\text{ам}} = \frac{1}{T_a} \cdot \frac{T_{\text{раб}}}{365} \cdot И = \frac{1}{4} \cdot \frac{70}{365} \cdot 405,8 = 19456 \text{ тыс.руб.}$$

Административно – хозяйственные расходы.

Административно – хозяйственные расходы учитывают: печать и оплата услуг связи, электроэнергия, почтовые и телеграфные расходы. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{адм.хоз}} = 3 \cdot 4 \quad (4.10)$$

Административно-хозяйственные расходы, руб.:

$$Z_{\text{адм.хоз}} = 121790,84 \cdot 4 = 487163,36$$

Определение бюджета затрат на научно-техническое исследование приведено в таблице 4.6.

Таблица 4.5 – Расчет бюджета затрат научного исследования

Наименование статьи	Сумма, руб.
1. Материальные затраты НИ	1280
2. Затраты по заработной плате исполнителей темы	121790,84
3. Отчисления во внебюджетные фонды	32883,52
4. Амортизация	19456
5. Административно-хозяйственные	487163,36
6. Итого себестоимость разработки (п.1+п.2+п.3+п.4+п.5)	683927,644
7. Прибыль (п. 6*0,2)	136785,5288
8. Договорная цена (п. 6+п.7)	820713,1728

4.7 Смета затрат на оборудование

Таблица 4.6 - Сравнительные показатели по вариантам для модернизации

Показатели	Проектный		Базовый	
	Вакуумные выключат.	Транс. подст. 2КТП-630	Масляные выключат.	Транс. подст. 2КТП-750
Количество, шт.	40	1	40	1
Трудоемкость в обслуживании, чел.час/год	3	50	7	60
Затраты на материалы и запасные части, %	0,5	1	1	1
Оптовая цена, руб.	63000	530000	59550	670000

Определяются капитальные затраты:

$$K = Cб \cdot A, \quad (4.11)$$

где $Cб$ – стоимость балансовая включая в себя затраты на транспортировку 5% и на монтаж 10% от стоимости оборудования, A – количество выключателей.

Капитальные затраты для выключателей:

$$Cб.п = 63000 + (63000 \cdot 0,05) + (63000 \cdot 0,1) = 72450 \text{ руб.}, \quad (4.12)$$

$$Кп.в = 72450 \cdot 40 = 2898000 \text{ руб.} \quad (4.13)$$

Капитальные затраты для трансформаторной подстанции:

$$Cб.п = 530000 + (530000 \cdot 0,05) + (530000 \cdot 0,1) = 609500 \text{ руб.}, \quad (4.14)$$

$$Кп.т = 609500 \cdot 1 = 609500 \text{ руб.} \quad (4.15)$$

Определим затраты на демонтаж старого оборудования.

$$K_{дем} = 0,5 \cdot K_{монт}, \text{ руб.} \quad (4.16)$$

$$K_{дем} = 126000 + 26500 = 152500 \text{ руб.}$$

$$Кп = Кп.в + Кп.т = 2898000 + 609500 = 3507500 \text{ руб.} \quad (4.17)$$

Капитальные вложения в проект реконструкции распределительного устройства с вакуумными выключателями складываются из стоимости затрат на выполнение проекта, из стоимости самого оборудования и его монтаж по выражению:

$$K = K_{проект} + K_{оборуд} + K_{дем}$$

$K_{проект}$ – затраты на выполнение проекта

$K_{оборуд}$ – стоимость оборудования и монтаж

$K_{дем}$ – затраты на демонтаж оборудования

Суммарные капитальные вложения в проект равны:

$$K = 820713,1728 + 3507500 + 152500 = 4480713,17 \text{ руб.}$$

4.8 Сравнение экономических показателей проектируемого варианта с базовым

Определяются текущие затраты для проектируемого варианта:

Оплата труда и отчисления в социальный фонд.

Таблица 4.7 - Общие расходы на оплату труда и социальный налог

Статьи затрат	Расход, тыс. руб.
Заработная плата рабочих	702,96
Заработная плата ИТР	129,02
Отчисления в социальный фонд	262,07
Итого	1094,05

Материалы и запасные части.

Расходы на материалы и запасные части:

$$C_m = K \cdot H_m / 100, \quad (4.18)$$

где H_m – затраты на материалы и запасные части из таблицы 4.1.

$$\begin{aligned} C_{m.p} &= K_{п.в} \cdot 0,5 / 100 + K_{п.т} \cdot 1 / 100 = \\ &2898000 \cdot 0,5 / 100 + 609500 \cdot 1 / 100 = 20585 \text{ руб/год.} \end{aligned} \quad (4.19)$$

Амортизационные отчисления.

Ежегодные амортизационные отчисления составляют:

$$C_a = K \cdot H_a / 100, \quad (4.20)$$

где $H_a = 4,4\%$ - амортизационные отчисления для электроаппаратов свыше 1000 В и трансформаторных подстанций.

$$C_{a.p} = 33660000 \cdot 4,4 / 100 = 1481040 \text{ руб/год.} \quad (4.21)$$

Затраты на обслуживание и ремонт:

$$C_p = T_p \cdot C_t \cdot K_d \cdot K_{п} \cdot K_r \cdot K_c \cdot K_{сн} \cdot A, \quad (4.22)$$

где T_p – трудозатраты на обслуживание и ремонт из таблицы 4.1;
 $C_t = 14,61$ – часовая тарифная ставка; $K_d = 1,014$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату; $K_{п} = 1,4$ – коэффициент премирования; $K_r = 1,3$ – районный коэффициент; $K_c = 1,3$ – северный коэффициент; $K_{сн} = 1,26$ – коэффициент, учитывающий отчисления на социальные нужды.

$$C_{p.p} = (3 \cdot 40 + 50) \cdot 14,61 \cdot 1,014 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 1,26 = 7507,96 \text{ руб/год.}$$

Прочие текущие расходы:

$$Z_{пр} = K \cdot K_{пр} = 3660000 \cdot 0,012 = 43920 \text{ руб.}$$

Все затраты сводятся в таблицу 4.9.

Таблица 4.8 – Затраты на содержание и эксплуатацию средств электрификации

Статьи затрат	Сумма отчислений, тыс. руб.
Расходы на оплату труда и социальный налог	1094,05
Амортизационные отчисления	1481,04
Расходы на материалы и запасные части	20,59
Расходы на ремонт и эксплуатацию	7,51
Прочие текущие расходы	43,9
Итого	2647

Определяются текущие затраты для базового варианта:

Определяются капитальные затраты.

Капитальные затраты для выключателей:

$$Сб.б = 59550 + (59550 \cdot 0,05) + (59550 \cdot 0,1) = 68482,50 \text{ руб.},$$

$$Кб.в = 68482,50 \cdot 40 = 2739300 \text{ руб.} \quad (4.23)$$

Капитальные затраты для трансформаторной подстанции:

$$Сб.б = 670000 + (670000 \cdot 0,05) + (670000 \cdot 0,1) = 770500 \text{ руб.},$$

$$Кб.т = 770500 \cdot 1 = 770500 \text{ руб.} \quad (4.24)$$

Общие капитальные затраты

$$Кб = Кб.в + Кб.т = 2739300 + 770500 = 3509800 \quad (4.25)$$

Определяются текущие затраты.

Оплата труда и вложения в социальный фонд соответствуют с проектным вариантом.

Материалы и запасные части.

$$См.б = Кб \cdot 1/100 = 3509800 \cdot 1/100 = 35098 \text{ руб/год.} \quad (4.26)$$

Амортизационные отчисления.

$$Са.б = 3509800 \cdot 4,4/100 = 154431,20 \text{ руб/год.} \quad (4.27)$$

Затраты на обслуживание и ремонт.

$$Ср.б = (7 \cdot 40 + 60) \cdot 14,61 \cdot 1,014 \cdot 1,4 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 1,26 = 15016 \text{ руб/год.} \quad (4.28)$$

Прочие текущие расходы.

$$Зпр = К \cdot Кпр = 3509800 \cdot 0,012 = 42117,60 \text{ тыс.руб.} \quad (4.29)$$

Все затраты сводятся в таблицу 4.10.

Таблица 4.9 – Затраты на содержание и эксплуатацию средств электрификации

Статьи затрат	Сумма отчислений, тыс. руб.
Расходы на оплату труда	1094,05
Амортизационные отчисления	154,43
Расходы на материалы и запасные части	35,09
Расходы на ремонт и эксплуатацию	15,02
Прочие текущие расходы	42,16
Итого	1340,75

Сравнение оборудования

Таблица 4.10 - Техничко-экономические показатели проектов

Показатели	Проект	Базовый
Капитальные затраты, тыс. руб.	3660	3509
Численность обслуживающего персонала, в том числе:	11	11
рабочих	10	10
руководителей	1	1
Эксплуатационные затраты, тыс. руб. в том числе:	1314,15	1340,6
амортизационные отчисления	148,1	154,33
оплата труда и социальный налог	1094,05	1094,05
материалы и запасные части	20,59	35,09
ремонт и эксплуатацию	7,51	15,06
прочие текущие расходы	43,9	42,16
Разница издержек, тыс.руб./год	26,4	-

Приведённые затраты.

Приведённые затраты рассчитываются с целью сравнить несколько вариантов проекта и выбрать более выгодный вариант. В проекте мы рассчитаем приведённые затраты по двум маркам выключателей, что бы выбрать, какой из двух марок отдать предпочтение.

$$Z_{\text{пр}} = E_n K + И, \quad (4.30)$$

Где $Z_{\text{пр}}$ - Приведенные затраты, тыс. руб;

E_n - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, принимается $E_n = 0,12$;

K - капитальные затраты по варианту;

$И$ – эксплуатационные затраты.

$$Z_{\text{пр.проект.}} = 0,12 \cdot 3660 + 1314,15 = 1753 \text{ тыс.руб.}$$

$$Z_{\text{пр.базовый}} = 0,12 \cdot 3509 + 1340,6 = 1762 \text{ тыс.руб.}$$

Из расчетов следует, что более выгодный проектируемый вариант и было выбрано распределительное устройство с вакуумными выключателями в замен маломасляным. Основные достоинства вакуумных выключателей, определяющие их широкое применение:

высокий механический ресурс;

малые габариты и вес;

резкое снижение эксплуатационных затрат по сравнению маломасляными выключателями;

высокая надежность и безопасность эксплуатации, сокращение времени на монтаж.

По результатам определения расчетных нагрузок и выбора трансформаторной подстанции в подразделе данной работы, принимается к установке двухтрансформаторную подстанцию 2КТП 630-6/0,4, в замен имеющейся 2КТП 750-6/0,4.

Заключение

Данный дипломный проект выполнен в полном объеме в соответствии с заданием и соблюдением нормативной документации.

При выполнении дипломной работы был произведен расчет электрических нагрузок на стороне 6 и 0,4 кВ, а также нагрузок освещения РУ - 1.

По результатам расчета электрических нагрузок были выбраны оптимальное количество и мощность трансформаторов собственных нужд.

Произведен расчет распределительной сети 6 и 0,4 кВ с выбором марок и сечений кабельных линий и проверкой их по допустимым нагрузкам и потери напряжения.

Было выбрано силовое оборудование взамен физически и морально устаревшему прежнему: вакуумные выключатели типа ВВ/TEL, силовые кабели типа ААШвУ; силовые трансформаторы для двухтрансформаторной ТП 6/0,4, выбор шинпроводов в КРУ 6 кВ.

Выполнен расчет токов короткого замыкания с целью выбора коммутационных аппаратов и проверкой их на действие токов КЗ.

Рассчитаны уставки релейной защиты трансформаторов собственных нужд.

Для защиты персонала от поражения электрическим током спроектирован контур защитного заземления РУ – 1.

Проведенный технико-экономический расчет показал, что проект модернизации РУ – 1 обладает экономической целесообразностью.